

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 17 日現在

機関番号：13601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24700891

研究課題名(和文) 講義映像からの静止画切り出し及び受講者の注目箇所の提示を実現する遠隔講義システム

研究課題名(英文) A remote lecturing system offering high definition clipped picture from low definition video and complementing verbal and non-verbal interactions in remote lectures.

研究代表者

國宗 永佳 (KUNIMUNE, Hisayoshi)

信州大学・工学部・助教

研究者番号：90377648

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円、(間接経費) 990,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では、個別にPC等を用いて多数の地点で講義を受講するような状況での講義映像配信を対象として、教授者や黒板・資料等の全体像を低解像度の映像で配信し、小サイズの画面上では判読が難しい部分については、各受講者が指定した範囲の高解像度の静止画を切り出し、配信することによって確認することができるシステムを開発した。また、このシステムでは対面で講義を受講する場合に講師や他の受講者との間に生じる言語的および非言語的やりとり(インタラクション)についても、その一部を補完する機能を提供する。

研究成果の概要(英文)：This research develops a remote lecturing system. This system delivers video of lectures for learners who take the lectures in remote places with their own PCs. In such situation they do not have enough bandwidth of network for receiving high definition video of lectures. Thus, the system delivers the video in low definition, and pictures of specified areas in the video in high definition. The learners can specify the areas on the video where they want to read clearly or take note on. The system also offer the functionalities to complement verbal and non-verbal interaction between a teacher and learners in lectures.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・教育工学

キーワード：教育工学 遠隔教育 講義映像配信 高精細映像 非言語情報

### 1. 研究開始当初の背景

現在様々な教育機関において実施されている遠隔講義では、教授者がいる教室(主教室)から教授者及びその背後に位置する黒板や資料等を撮影した映像・音声を遠隔地の教室(遠隔教室)に配信し、遠隔教室からは教室の受講生の様子を撮影した映像・音声を主教室に配信する方式が多く用いられている。

主教室から配信する映像として、教授者の動きに合わせたカメラワークによって教授者とその近辺の黒板・資料等を撮影したものと、カメラを動かさずに黒板・資料の全体を撮影したものの2つのタイプが主に存在する。研究代表者らは、これら2つのタイプの映像について比較実験を行い、受講者の疲れにくさや集中力の維持に関して全体を撮影した映像の方が良い結果が得られることを明らかにした。ただし、全体を撮影した映像では撮影範囲が広いため、板書や資料等の小さな文字・図を十分に判読可能な大きさで表示するには、高解像度映像(HD映像)として撮影し、プロジェクタ等を用いて大きなサイズで放映する必要がある。先に述べた比較実験においては、フルハイビジョン映像(1920×1080 pixel)を、フルハイビジョン対応プロジェクタによって原寸大の約90%の大きさで投影している。

教室間を結んだ遠隔講義では、教室数が比較的少数であり、かつHD映像を大きなサイズで放映するための設備が整っているため、カメラを固定して撮影したHD映像を小さな文字・図の判読に十分なサイズで放映することが可能である。しかし、近年盛んになっている生涯学習やリカレント教育の受講者、また災害等による居住地の変更や、居住地近くの教育機関が十分に復旧していないといった状況で、居住地から離れた場所の教育機関の講義を受講する必要が生じてしまった受講者については、個別に自宅や小規模な集会で各自のPCを用いて受講するという状況が起こる。通常、PCの画面サイズは十数インチ程度から二十数インチで解像度もフルハイビジョン程度であるため、HD映像の小さな文字・図等を判読するのに十分なサイズで映像を視聴することは困難である。また、個別のPCに対してそれぞれHD映像を配信することはネットワークの帯域消費量から考えても効率的ではない(【問題点1】)。

### 2. 研究の目的

本研究課題においては、個別にPC等を用いて多数の地点で学習している学習者への講義映像配信を対象として、教授者や黒板・資料等の全体像を低解像度の映像で配信し、小サイズの画面上では判読が難しい部分については、各受講者が指定した範囲の高解像度の静止画を切り出し、配信することによって確認することができるシステムを提案し開発する(【問題点1】の解決)。また、切り出した静止画は受講者用のノートとして保

存し、さらに簡単なメモ等を付加する機能も有する。

教室間や、教室と個別のPCを結び映像を配信する遠隔講義では、質疑応答や受講者への問いかけなど教授者・受講者が明示的に発生させるインタラクションについては、相互に配信される映像・音声をを用いて容易に行うことができる。しかし、受講者がどこを見ているか、また集中しているか、といった暗黙的に発生するインタラクションについては、映像・音声から確認することが困難である(【問題点2】)。

本システムでは、各受講者が静止画を切り出すために指定した範囲の情報を用いて、各受講者が映像中のどの箇所に着目しているかや、どのくらいの頻度で切り出しを行っているかを教授者に提示する機能を有する。この機能によって、暗黙的に発生するインタラクションを補完することができる(【問題点2】の解決)。また、各受講者が切り出した静止画を受講者間で共有することによって、他の受講者が着目している箇所を知ることができる。ただし、単純に各受講者が切り出した静止画を並べただけでは情報量が多すぎるため、受講の妨げとなる可能性が高い。よって、自身とは異なる箇所を切り出している静止画などに適宜絞り込んだ上で受講者に提示する必要がある。

システムを開発した後には模擬授業を実施し、本システムの機能の有効性を確認する。また、模擬授業における実験で生じた問題点については、システムの改善を行い解消する。その上で、実際の遠隔授業に本システムを導入しシステムの評価を行う。

### 3. 研究の方法

本研究課題では、初めにシステムの機能評価を行うためのプロトタイプシステムを開発する。システムの主な機能としては、

- 低解像度のストリーミング配信
- 各受講者の要求に応じた高解像度静止画の切り出しと配信
- 各受講者が切り出した静止画の保存
- 保存した静止画へのメモ付加
- 保存した静止画と付加されたメモの共有
- 受講者が切り出しを要求した箇所の教授者への提示

が挙げられる。

ストリーミング配信および配信に用いる低解像度映像のエンコーディングについては、市販のストリーミングサーバソフトウェアとエンコーダによって実現するため、新たに開発する必要があるのは主として、静止画切り出しサーバ、受講者クライアント、教授者クライアントである。

これらの開発に先立ち、

- 映像のエンコーディング・ストリーミング、静止画の切り出しに要する処理能力
- 教授者と黒板・資料等の全体像を大まか

に把握するために必要十分な映像の解像度

- 教授者への切り出し箇所の提示方法
- 受講者間で共有する静止画の絞り込み手法

について検討を行う必要がある。このうち、ビデオカメラで撮影した高解像度映像から高解像度静止画を生成する部分については、本研究課題を開始する以前に既に検討を行った。それ以外の、映像の解像度、切り出し箇所の提示方法、静止画の絞り込み手法については、予備実験を行った上で評価と検討を行う。

システムの機能評価プロトタイプの開発が完了した後に、本システムを用いて模擬授業を行う。ここでは主に以下の観点からシステムの機能評価を行う。

- サーバシステムでのエンコーディング、ストリーミング配信、静止画の生成・切り出しは正常に行われたか
- サーバシステム・受講者間のネットワーク負荷は適切であったか
- 教授者へ提示された切り出し箇所は適切であったか、また、受講者の反応を適切に示していたか
- 受講者間で共有された静止画の提示は適切であったか

これらの機能評価を行った結果に基づいて、システムのさらなる改善を行う。また、評価の結果さらに機能が必要であると認められた場合には、新機能の検討・開発についても併せて行う。また、改善したシステムについて同様の機能評価を行い、必要に応じてさらなる改善および新機能の開発を行う。

このように機能評価と改善を繰り返したシステムを、実際の授業に導入し、その有効性を確認する。研究代表者が所属している大学においては、定常的にキャンパス間を結んだ遠隔講義が多数実施されている。また、同県内の他大学と大学コンソーシアムを設立しており、単位互換協定に基づく遠隔講義や、教職員による FD セミナー等の配信なども多数行っている。よって、本システムをこれらの遠隔講義・セミナーに導入することを検討する。

#### 4. 研究成果

平成 24 年度には本研究課題で開発するシステムの主たる機能を持つプロトタイプシステムを開発した。

プロトタイプシステムは、低解像度の講義映像のストリーミング配信、各受講者の要求に応じた高解像度静止画の切り出しと配信、各受講者が切り出した静止画の保存・メモの付加・共有、受講者が切り出しを要求した箇所の教授者への各機能を有する。

このシステムの開発にさきがけて、配信映像のエンコーディング・ストリーミング、高解像度静止画の切り出しに要する処理能力、

教授者と黒板・資料等の全体像を大まかに把握するために必要十分な映像の解像度、教授者への切り出し箇所の提示方法、受講者間で共有する静止画の絞り込み手法について、調査・検討を行った。

また、各受講者が切り出した静止画に対して、メモの付加・共有機能を開発したが、PC 上でキーボードによるメモの入力を行うユーザーインターフェースには実用上の問題があるため、タブレット端末上でのシステムの実装についても、検討を行った。さらに、教授者・受講者の間で共有される言語情報・非言語情報について検討を行い、本システムで補完することのできる非言語情報について精査を行った。

この結果、メモの入力を行うことにより生じる非言語情報を活用し、遠隔地の学習者に対して他の学習者の学習状況を暗黙的に与える機能の検討を行った。これらの点について、既に開発したプロトタイプシステムへの機能拡張として開発を進めた。

平成 25 年度には、前年度に引き続きプロトタイプシステムの開発を行うとともに、システムの評価実験を実施した。

プロトタイプシステムの開発においては、前年度に検討を開始したタブレット端末上でのシステム実装に関する検討を行ったが、今回導入したストリーミングサーバでは適切な映像配信を行うことが困難であったため、実装には至らなかった。一方 PC 上での実装については、教授者・受講者間で共有される言語情報・非言語情報についての前年度における検討の結果に基づいて、通常講義時・対話時における画面表示の変更に関する機能をはじめとする機能の追加および、配信データの最適化を行った。

以上のように開発したシステムについて、模擬授業において評価実験を行った。この評価実験では、システムの動作についての確認を行うとともに、講義映像等のデータを配信する際に用いられるネットワークの帯域幅や、システムが提供する機能が適切なものであったかについての評価を行った。その結果、ネットワークの使用帯域やシステムの機能に関する課題が一部明らかになったものの、概ね意図した効果を得られることが明らかになった。

これらの成果については、学術論文にまとめ、国際的に公表するとともに、国内学会における研究発表も行った。

今後は、これらの成果に基づいて、システムのさらなる改善を行うとともに、「研究の方法」欄に示した遠隔講義やセミナーへの導入実験を行い、実際の使用環境におけるシステムの評価を行う必要がある。また、これらの成果については、継続的に学術論文誌や学会において公表していく。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に

は下線)

[雑誌論文] (計 2件)

- ① Hisayoshi Kunimune and Masaaki Niimura, “A remote lecturing system offering complementary non-verbal information in lectures”, International Journal of Knowledge and Web Intelligence, 査読有, Vol. 4, Nos. 2/3, 2013, pp.187-200, DOI:10.1504/IJKWI.2013.056371
- ② Hisayoshi Kunimune and Masaaki Niimura, “Proposal of an Interactive Remote Lecturing System with Complementary Features of Nonverbal Information”, Advances in Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems, 査読有, Vol.1, 2012, pp.1111-1120.

[学会発表] (計 1件)

- ① 國宗永佳, 新村正明, “講師・受講者の注目箇所を提示する遠隔講義システムの提案”, 教育システム情報学会第37回全国大会, 査読無, 2012年8月23日, 千葉工業大学.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

國宗 永佳 (KUNIMUNE, Hisayoshi)

信州大学・工学部・助教

研究者番号： 90377648

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

なし